

11/8/91

91-458

10/23/92  
1/23/93



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application of: Heikki ILVESPAA

Serial No.:

Filed: Simultaneously

For: METHOD AND APPARATUS FOR  
REDUCTION OF CURLING OF PAPER  
IN THE DRYING SECTION OF A  
PAPER MACHINE

LETTER RE PRIORITY

Hon. Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

December 13, 1991

Sir:

Applicant hereby claims priority of Finnish patent  
application No. 906216, filed December 17, 1990, a certified copy  
and sworn English translation of which are enclosed herewith.

Respectfully submitted,

STEINBERG & RASKIN

By:   
Clifford M. Davidson  
(212) 768-3800

Steinberg & Raskin  
1140 Avenue of the Americas  
New York, New York 10036

CMD:as

BEST AVAILABLE COPY

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

THE NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki

08.10.1991



LEIMAVERO-STÄMPELSKATT

18.10.91



mk 225.00

307

HELSINKI HELSINGFORS

Hakija  
Applicant

Valmet Paper Machinery Inc.  
Helsinki

Patentihakemus nro 906216  
Patent application no

Tekemispäivä 17.12.1990  
Filing date

Kansainvälinen luokka D 21 F 5/04  
International class

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä paperikoneen kuivatusosalla ja sitä soveltava kuivatusosa paperin käyristymisen vähentämiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksesta.

This is to certify that the annexed documents are true copies of description, claims, abstract and drawing, originally filed with the Finnish Patent Office.

Toimistosihteeri

*Markketa Huttunen*  
Markketa Huttunen

Leimavero 225,- mk

Menetelmä paperikoneen kuivatusosalla ja sitä soveltava  
 kuivatusosa paperin käyritymisen vähentämiseksi  
 Förfarande på torkningspartiet av en pappersmaskin  
 5 och torkningsparti för tillämpning av detta för att  
 minska på krökningen av papperet

Keksinnön kohteena on menetelmä paperikoneen kuivatusosalla, etenkin  
 10 paperin käyritymistaipumuksen vähentämiseksi, jossa menetelmässä pape-  
 rirainaa kuivataan kuivatussylyntereillä, joiden kuumennettua pintaan  
 vasten paperirainaa painetaan kuivatusviiralla, ja jossa kuivatusosassa  
 käytetään kuivatussylynteriryhmiä, joissa sovelletaan kaksiviiravien-  
 tiä ja/tai yksiviiravientiä.

15 Lisäksi eksinnön kohteena on eksinnön menetelmän toteuttamiseen tar-  
 koitettu paperikoneen kuivatusosa, joka käsittää yhden, tai sopivimmin  
 useita peräkkäisiä kuivatusryhmiä, jotka koostuvat kuivatussylynti-  
 reistä ja viiranjohtoteloista ja/tai käänösylintereistä ja jossa kui-  
 20 vatusosassa käytetään yksiviiravientiä ja/tai kaksiviiravientiä.

Ennestään tunnetusti paperikoneen kuivatusosassa käytetään yksiviira-  
 vientiä ja/tai kaksiviiravientiä. Yksiviiravientiä, jossa kuivatusviira-  
 tukee rainaa myös sylinteririvien välillä vedoilla, käytetään yleensä  
 25 kuivatusosan alkuosassa. Yksiviiravientiä voidaan käyttää myös koko  
 kuivatusosan pituudella.

Viime aikoina ovat yleistyneet sellaiset yksiviiraviennillä varustetut  
 kuivatusosat, joissa ylä- tai alasylintereinä ovat höyryllä kuumennetut  
 30 kuivatussylynterit, joita vasten raina tulee välittömään kontaktiin  
 kuivatusviiran painamana ja ala- tai yläsylintereinä ovat sisäisellä  
 imulla varustetut sylinterit, esim. hakijan ns. "VAC-ROLL"-("") - tava-  
 ramerkki)-sylinterit. joiden rei'itetyn vaipan kautta alipainevaikutus  
 35 kohdistetaan käänösylinterin sisätilasta sylinterivaippaa kiertävään  
 uritukseen. Mainitulla alipainevaikutuksella pidetään rainaa kinni  
 kuivatusviirassa rainan joutuessa käänösylintereillä ulkokaarteen puo-  
 lelle. Samalla pyritään estämään rainan poikittaista kutistumista kui-  
 vatuksen edistyessä.

Tyypillisesti monisylinterikuivattimessa on 5-8 viiraryhmää ja kuivatusosan alkupäässä olevat ryhmät ovat normaalista lyhyempiä kuin loppupään ryhmät.

5

Keksintöön lähitien liittyvän tekniikan tason osalta viitataan FI-hakemukseen 793920, FI-kuulutusjulkaisuun 70277 ja DE-patenttiin 1183775.

Näissä julkaisuissa on esitetty erilaisia paperiradan kosteusprofiilitteitä, joita ei kuitenkaan käytetä paperin paksuussuuntaisen 10 anisotropian eikä käyristymistaipumuksen hallintaan.

Kuten tunnettua, paperirainan reunaosat kuivuvat paperikoneen kuivatussassa kuivemaksi kuin rainan keskialue. Tätä kosteusprofiilivirheittä korjataan yleisesti mainitun pääkuivatusvaiheen jälkeen joko 15 kuivattamalla keskialuetta lisää vyöhyke-infrapunasäteilijöillä tai kostuttamalla reunoja vyöhyke-vesisumutuksella. Nämä kummatkin tunnetut tavat lisäävät reunojen suhteellista löysyyttä keskiosaan nähdien.

Paperin poikki- ja paksuussuuntaiset kireysprofiilit ovat paperin kosteusprofiileista riippuvaisia. Paperin kireys kuivatuksessa taas vaiuttaa paperin ominaisuuksiin. Vaikuttamalla paperin kosteusprofiiliin esim. kuivatuksen aikana muutetaan samalla myös paperin ominaisuuksia. Paperin ominaisuudet esim. vetolujuus kehittyvät voimakkaasti noin 75-98 % kuiva-aineessa. Nämä ollen kireysprofiileilla nimenomaan kuivatuksen loppuvaiheessa on suuri merkitys paperin loppuominaisuksien kannalta.

Paperikoneen kuivattaessa rainaa epätasaisesti sen poikkisuunnassa aiheutuu tästä mm. epätasaista jännitystä rainaan. Epätasainen jännitysprofiili tarkoittaa esimerkiksi sitä, että paperikoneelta valmistuvan paperirainan reuna on löysempi kuin rainan keskiosa, mikä on yleinen tilanne. Mittauksin on todettu, että jännityksen poikkiprofiilissa esiintyy myös rainan keskiosissaakin huippuja ja laaksoja, t.s. kireämpii ja löysempi vyöhykkeitä.

35

Paperikoneen jälkeisissä rainan käsittelyvaiheissa rainan jännitysprofiliin saattaa epätasaisuuus aiheuttaa merkittäviä käsittely- ja ajovaikeuksia esimerkiksi asiakasrullan rakenteen hallinnassa, rynkynmuodostuksena, katkoina ja painokoneen kohdennusongelmina.

5

Paperirainan löysää reunaa voidaan selittää kolmella tunnetulla tekijällä: ensimmäiseksi tavanomaisessa sylinterikuivausryhmässä rainan reunat kuivuvat nopeammin kuin keskusta; toiseksi veden turvottamat kuidut ja paperiraima kutistuvat kuivatuksen edistyessä. Tämä kutistuminen on erityisen voimakasta kuiva-ainealueella n. 65-95 %; kolmanneksi paperin muodonmuutos on kosteana pääasiallisesti plastista, kun taas kuivemman paperin voima-venymäkäytätyminen on suurelta osin elastista. Täten kosteaan paperiin aiheutettu muodonmuutos, kuten venytys, jää valtaosin pysyväksi, kun taas kuivemman paperin venymä suurelta osin palautuu ja häviää voiman poistuessa.

Paperin käpristyminen on eräs sen negatiivinen laatutekijä. Paperin, etenkin hienopaperin, käpristymistaipumuksen vähentämisestä on tullut entistä tärkeämpi uusien paino- ja kopiomenetelmien myötä, joissa menevissä paperi äkillisesti kuumennetaan yleensä toispuoleisesti niin, että paperiin eri syistä jääneet sisäiset jännitykset purkautuvat sen käpristymisenä. Paperin käpristymistaipumukseen vaikuttavat sekä paperin rakenteen eri ominaisuuksien kuten kuituorientaation, täyteainejakautuman ja tiheyden anisotropiat ja kuivatuksen aikana paperiin syntyvät anisotropiat sekä paperin tason suunnassa että z-suunnassa.

Epäkohtana edellä selostetuissa yksiviiravientiryhmissä on se, että ne eivät kuivata paperia symmetrisesti, vaan kuivatusvaikutus kohdistuu enemmän sitä paperin pintaan vasten, joka tulee välittömään kontaktiin kuumennettuja kuivatussylynterejä vasten. Tämän epäsymmetrisen kuivatuksen vuoksi on viime aikoina ryhdytty käyttämään sellaisia yksiviiravienillä varustettuja kuivatusryhmiä, joissa tiettyt ryhmät, esim. joka toinen ryhmä on ns. käännetty ryhmä, jossa höyryllä kuumennetut alasylintrit ovat alarivissä ja kääntösylinterit ylärivissä. Käännetyissä ryhmissä esiintyy kuitenkin vaikeuksia hylynpoistossa, koska kuivatussylinterien vapaat sektorit eivät avaudu alaspäin, kuten normaaleissa

ryhmissä, vaan ne muodostavat alapuoleltaan suljettuja taskuja. Ongelmia aiheuttavat myös mainituissa käännytyissä ryhmissä kuivatussylinterin niiden tilojen tuuletus, jotka jäävät käänösyylinterin väleihin sekä vapaiden kuivatussylinteripintojen yhteydessä olevien suppenevien 5 kiilatilojen paine-erot ympäristöihinsä nähden.

Eräs tekijä, joka olennaisesti vaikuttaa paperin käyristymiseen, on paperin toispuoleinen kuivatus. Perinteisellä kaksiviiraviennillä varustetuissa kuivatusosissa raina on kuivattavissa tasatahdissa molemmin 10 puolin ja kuivatuksen tasaisuuteen voidaan vaikuttaa ja paperin käyristymistaipumusta estää säätmällä ylä- ja alasylintereiden höyrynpaineita. Uudella yksiviiravientikuivatusosakonseptilla mainittu tasatahtinen kuivatus ja säätmahdollisuus eivät ole toteutettavissa. Toispuoleista kuivatusta pyritään estämään käännettyjen kuivatusryhmien 15 avulla, joiden edellä mainitut puhdistettavuusongelmat kuitenkin huo- nontavat paperikoneen ajettavuutta.

Kalanteroinnin yhteydessä on ennestään tunnettua käyttää paperiin kohdistettua hörysuihkutusta, jonka vaikutus perustuu paperin kuitujen 20 jännitysten relaksoitumiseen lämmön ja kosteuden vaikutuksesta. Kalanterointivaiheessa ei kuitenkaan enää ole mahdollista poistaa kaikissa tapauksissa riittävän tehokkaasti paperin käyristymistaipumuksia.

Esillä olevan keksinnön yleistarkoituksesta on aikaansaada uusia ratkaisuja edellä kosketeltuihin ongelmien. 25

Keksinnön erityistarkoituksesta on aikaansaada sellainen paperivalmistusmenetelmä ja paperikoneen kuivatusosa, jota käyttäen voidaan valmista entistä mittapysyvämpää paperia aikaisempaa edullisemmin. 30

Keksinnön lisätarkoituksesta on aikaansaada sellainen menetelmä ja paperikoneen kuivatusessa, jossa voidaan suorittaa myös paperin sekä koneettä poikkisuuntaista profilointia entistä edullisemmin.

35 Keksinnön lisätarkoituksesta on myös edullisesti vaikuttaa valmistetavan paperin kireysprofiiliin. Näiden seikkojen tarkemman selvityksen

osalta viitataan hakijan aikaisempaan FI-patenttihakemukseen 902805 (jätetty 5.6.1990).

Keksinnön ei-välttämättömänä lisätarkoituksesta on aikaansaada sellainen menetelmä, joka osaltaa mahdollistaa sellaisen yksiviiraviennillä varustetun kuivatusosan toteutuksen, jossa ei ole lainkaan käännettyjä viraryhmiä eikä niissä ilmeneviä hylynkäsittely- ja ilmastointiongelmia. Korostettakoon kuitenkin, että edellä sanottu ei tarkoita sitä, etteikö eksintöä voitaisi soveltaa myös käännetyissä yksiviiraryhmissä.

10

Edellä esitettyihin ja myöhemmin selviäviin päämääriin pääsemiseksi eksinnön menetelmälle on pääasiallisesti tunnusomaista se, että kuivatusosalla paperirainan olennaisesti koko leveydelle syötetään kuumaa vesihöyryä, jolla paperirainan kuidukkoon syntyneitä tai syntymään pyrkiviä jännityksiä relaksoidaan lämmön ja kosteuden avulla niiden syntymisalueella tai olennaisesti välittömästi sen jälkeen.

Keksinnön mukaiselle kuivatusosalle on puolestaan pääasiallisesti tunnusomaista se, että kuivatusosalle on sijoitettu yksi tai useampi höyransyöttölaatikko, jotka/joka ulottuu höyrykäsiteltävän paperirainan olennaisesti koko poikittaiselle leveydelle ja joka höyrylaatikko-/höyrylaatikot on yhdistetty höyrylähteeseen ja että höyrylaatikko-/höyrylaatikot käsittävät vastepinnan, joka muodostaa sen tuntumassa kulkevan paperirainan vapaan pinnan kanssa kosketuksettoman höyrykäsitylevälin.

Keksinnössä paperin relaksoituminen perustuu rainan ominaisuuksien tasaamiseen sillä, että tehdään hallittu muutos paperirainan ominaisuuksiin (hehkutuksen tapaan), millä säädetään paperi entistä tasalaatuiseimmaksi. Keksinnön mukaisessa ratkaisussa tämä hallittu muutos toteutetaan kosteuden ja lämpötilan avulla.

Keksinnön avulla paperin käyristymistaipumusta aiheuttavat "virheet" korjataan niiden syntymisalueella tai olennaisesti välittömästi sen

jälkeen, jolloin korjaus voidaan tehdä entistä edullisemmin ja tehokkaammmin.

Keksintöön voidaan edullisesti liittää paperin profilointi etenkin

5 poikkisuuntaisen käyristymäprofiilin ja kosteusprofiilin hallinta niin, että paperi saadaan kulkemaan kuivatusosan läpi olennaisesti tasaisen käyristymä- ja kosteusprofiilin omaavana, jolloin myös rainan epätasaisesta jännityksestä johtuvat epäkohdat voidaan välttää (kts. hakijan em. FI-hak. 902805).

10 Erityisen edullisesti eksinnössä käytetty höyrylaatikko sijoitetaan positioon, jossa höyrykäsittelyä paperiraina kulkee imusylinterin tai -telan imusektorin yli.

15 Esillä olevan eksinnön mukaisella vesihöyrykäsittelyllä hallitaan jatkuvana prosessina rainan paksuussuuntaista anisotropiaa aikaansamalla höyrykäsittelyn avulla paperiin tai sen pintaan määritty lämpötila- ja kosteustaso niin, että riittävää relaksatiota paperissa tapahtuu.

20 Seuraavassa eksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti viittaamalla oheisen piirustuksen kuvioissa esitettyihin eksinnön eräisiin suoritusmuotoihin, joiden yksityiskohtiin eksintöä ei ole mitenkään ahtaasti rajoitettu.

25 Kuvio 1 esittää kaaviollisena sivukuvana osuutta paperikoneen kuivatusosasta, jossa sovelletaan eksinnön mukaista menetelmää ja laitetta.

Kuvio 2 esittää eksinnön menetelmän sovellusta yksiviiraviennissä.

30 Kuvio 3 esittää eksinnön sovellutusta kaksiviiraviennissä.

Kuvio 4 esittää aksonometrisenä kuvantona erästä eksinnössä sovelletavaa höyrylaatikkoa.

35

Kuvio 5A esittää graafisesti lämpötilan erästä esimerkkiä jakautumasta paperin ylä- ja alapinnalla kuvioon 2 merkityjen kohtien A,B,C ja D välisillä alueilla.

5 Kuvio 5B esittää kuviota 5A vastaavasti paperissa tapahtuvaan höyrystystä ja kondensoitumista em. alueilla A-D.

Kuviossa 1 on esitetty paperikoneen monisylinterikuivattimen ryhmävälisen  $R_1$ - $R_2$  aluetta. Ensimmäinen ryhmä  $R_1$  on ns. käännetty sylinteriryhmä, jonka alhaaltapäin suljetuissa välitiloissa  $T_0$  on aiemmin esiintynyt hylynkäsittely- ja kosteudenpoisto-ongelmia. Jälkimmäinen ryhmä  $R_2$  on ns. normaali ryhmä, jossa kuivatussylinterit 20 ovat ylärivissä. Edellisessä ryhmässä  $R_1$  käytetään kuivatusviiraa 11, joka kulkee polveillaan kuivatussylinterin 10 ja kääntosylinterin 12 yli niin, että raina W tulee välittömään kontaktiin kuivatussylinterien 10 kuumennettuja pintoja 10' vasten. Kuivatussylinterit 10 ovat alarivissä ja kääntosylinterit 12 ylärivissä. Kääntosylinterit 12 ovat rei'itetyllä uravaipalla 13 varustettuja imusylintererejä, esim. hakijan tavaramerkillä "VAC-ROLL"-tela markkinoimia sylintererejä.

20 Kuivatussylinterien 10 sileitä pintoja 10' vasten toimivat kaavarin 14 terät 15. Välitilojen  $T_0$  ilmastoimiseksi niihin puhalletaan ilmaa puhalusputkista 17. Lisäksi käytetään tulonipeissä N+ puhalluslaitteita 16, joilla vähennetään tai estetään ylipaineen indusoitumista niihin nippoihin N+. Ryhmävälissä  $R_1$ - $R_2$  johtotelan 18 jälkeen raina W siirretään viiralta 11 siirtoalueella NS johtotelalle 28. Ryhmässä  $R_2$  kuivattava raina W ohjataan johtotelan 29 ohjaaman kuivatusviiran 21 kannatuksessa kuivatussylinterien 20 ja imusylinterien 22 yli. Ryhmässä  $R_2$  on terillä 25 varustetut kaavarit 24 ja puhaluslaatikot 26 ja 27. Koska sylinterien 20 alapuoliset välitilit  $T_1$  avautuvat alas päin, ei hylynkäsittely-ongelmia "normaalissa" ryhmässä  $R_2$  ole.

Edellä on selostettu sinänsä ennestään tunnettua kuivatusosaa esillä olevan keksinnön taustaksi ja sovellusympäristöksi.

Kuviossa 1 on esitetty käytettäväksi ryhmäväliviennissä  $R_1$ - $R_2$  sekä käännetyn ryhmän  $R_1$  kuivatusviiran 11 johtotelan 18 etä normaalilin ryhmän johtotelan 28 yhteydessä höyrylaatikkoja 30A ja 30B, joiden käsittelyvälin 31 kautta rainan W koko leveydelle kohdistetaan keksinnön mukainen, poikkiprofiililtaan säädetettävä ja jännityksiä relaksoiva oleva höyrykäsittely, jota myöhemmin selostetaan tarkemmin.

Kuviossa 2 näkyy keksinnön mukaisen höyrylaatikon 30 sovellus yksivieravienissä imusylinterin 22 yhteydessä. Imusylinterin 22 yhteyteen on 10 keksinnön mukaisesti sijoitettu höyrylaatikko, jolla rainan W koko leveydelle kohdistetaan höyrykäsittely, jolla relaksoidaan lämmön ja kosteuden avulla (vrt. höyrysilitysrauta-efekti) rainaan W syntymään pyrkiviä jännityksiä. Höyrylaatikkoa 30 voidaan samalla käyttää rainan W poikittaisen käyristymä- ja kosteusprofiilin hallintaan niin, että 15 raina W etenee koko kuivatusosan läpi mahdollisimman tasaisin profiilein niin, ettei kireyseroja synny.

Imusylinterinä 22 käytetään sopivimmin hakijan tavaramerkillä "VAC-ROLL" markkinoimaa sylinteriä, jonka vaipassa on rei'itys, joka 20 avautuu sylinterin 22 vaippaa kiertävään uritukseen 23. Sylinterin 22 sisätiloihin saadaan alipaine, joka leviää vaipan rei'ityksen ja urituksen kautta sylinterin kehälle. Tämä alipaine voi osaltaan jossain määrin edistää höyrylaatikon 30 höyrykäsittelyn tunkeutumista rainaan 25 sen paksuussuunnassa. Kuvioon 2 on kaaviollisesti lohkona 50 esitetty höyrykehityslaitteita, joista putken 35 kautta syötetään höyryvirta S höyrylaatikkoon 30.

Keksinnön edullisessa sovellusmuodossa toteutetaan sellainen kuivatusosa, jossa käytetään yksiviiravientiryhminä vain ns. normaaleja ryhmiä, 30 joissa kuumennetut kuivatussylyinterit, joiden pinta vasten raina W tulee välittömään kontaktiin ovat ylärivissä kuten kuviossa 1 ryhmän  $R_2$  sylinterit.

Kuvio 3 esittää keksinnön sovellusta kaksiviiravienin alueella. Kuvion 35 3 mukaisesti kuivatusosa käsittää kaksi päälekkäistä riviä höyryllä kuumennettuja kuivatussylynterejä 10A ja 10B sekä yläviiran 11A ja ala-

viiran 11B. Viirat 11A ja 11B ovat sylinterin 10A,10B lomiin sijoitetut johtotelojen 12A ja 12B ohjaamia niin, että rainalla W on vapaat vedot W, sylinteririvien välillä. Näille vapaille vedoille on kuvion 3 mukaisesti sijoitettu kaksi vastakkaista höyrylaatikko 30C ja 30D, 5 joilla rainaa W höyrykäsitellään koko leveydeltään molemmen puolin keksinnön mukaisesti kosketuksettomien käsittelyvälien 31C ja 31D kautta.

Kuvioon 4 viitaten selostetaan eräs esimerkki keksinnössä sovellettavaksi höyrylaatikoksi 30. Höyrylaatikko 30 käsittää vastelevyn 32, 10 jonka kaarevuussäde R vastaa sen sylinterin 12;22 tai telan 18;28 kaarevuussäettä, jota vasten ko. höyrylaatikko 30 sijoitetaan toimimaan. Höyrylaatikossa 30 on vastelevyn 32 kiinnitetty kotelo-osa 33, jossa on lämpöeriste 34. Höyrylaatikkoon 30 tuodaan sopivan lämpötilan omaavaa höyryä yhteiden 35A ja 35B välityksellä tuloputken 35 kautta nuolten S<sub>1</sub> ja S<sub>2</sub> suunnassa. Putken 35 sisällä on koaksiaalisesti toinen putki 36, johon yhde 35B (höyry S<sub>2</sub>) avautuu. Ulkoputkessa 35 on sarja suutinreikiä 35a, jotka avautuvat höyrylaatikon 30 koko leveydelle ulottuvaan tilaan 35b, ja yhteen 35A kautta syötetty höyry (S<sub>1</sub>) purkautuu nuolten S<sub>3</sub> suunnassa tilaan 35b ja siitä edelleen vastelevyssä 32 15 olevien lukuisten suutinreikien 36 kautta vaikuttamaan rainaan W sen vapaata ulkopintaa vasten.

Kuvion 4 mukaisesti suutinreikien 36 kautta suoritetaan höyryyn perus-syöttö ilman poikkiprofilointia. Höyrynsyötön poikkiprofilointi toteutetaan sisäputken 36 kautta syötetyllä höyryllä (nuoli S<sub>2</sub>). Sisäputken 36 yhteydessä on säätöpalkki 37, jossa on sarja suuttimia 38. Suuttimissa on säätökarat 39, joita säädetään säätöruuvien tai säätömoottoreiden 39a avulla. Suuttimien 38 kautta syötetään palkissa 37 olevan yhteen 38a välityksellä säädettävät höyrymääritävät nuolten S<sub>3</sub> suunnassa 30 höyrylaatikon säätölohkojen 40<sub>1</sub>...40<sub>N</sub> kautta. Säätölohkoja 40 erottavat toisistaan konesuuntaiset pystyvälineinät 42. Säätölohkoista 40<sub>1</sub>...40<sub>N</sub> höyry syötetään vastelevyn 32 suutinaukkosarjujen 41<sub>1</sub>...41<sub>N</sub> kautta vai-35 kuttamaan vastassa olevaan rainaan W. Säätömoottorin 39a sarja voidaan tarvittaessa yhdistää säätöjärjestelmään, sopivimmin takaisinkytkettyyn säätöjärjestelmään, jossa takaisinkytkentäsignaalien sarja saadaan

rainan W ominaisprofiileja esim. kosteusprofiileja mittaavilta sinänsä tunnetuista laitteista (ei esitetty).

Keksinnön toimintaperiaatteen mukaisesti kuivattavana olevaan paperi-  
5 rainaan W syötetään höyrylaatikolla 30 tai höyrylaatikolla höyryä,  
jolla vaikutetaan paperin paksuussuuntaisten (z-suuntaisen) ominaisuuksien jakautumaan ja gradientteihin. Höyrykäsittelyllä saadaan relaksoi-  
tuta rainaan W syntyviä tai syntymässä olevia jännityksiä niiden synty-  
misalueella tai välittömästi näiden alueiden jälkeen, jolloin relak-  
10 sointi on erityisen tehokasta. Täten paperista saadaan vähemmän käyris-  
tymiselle altista sitä esim. laserkopioitaessa. Keksinnön mukaisella  
menetelmällä ja laitteella voidaan samalla tasata rainan W poikittaista  
käristymä- ja kosteusprofiilia, millä saadaan aikaan entistä tasaisem-  
pi kuivatustulos loppakuivatuksessa sekä entistä parempi koneen käytet-  
15 tävyyss, koska esim. kireyseroista johtuvia rainakatkoja ilmenee aikai-  
sempaa vähemmän.

Keksinnön mukaisia höyrylaatikoida 30 voidaan sijoittaa tarpeellinen  
määrä pitkin kuivatusosaa. Hyödyllisimmät eksinnön mukaiset höyrylaa-  
20 tikot ovat kuivatusosan loppupäässä käytettyinä. Erityisen hyvin kek-  
sinnön menetelmä ja laite soveltuvat käytettäväksi kuivatusosalla  
alueella, jossa rainan kuiva-aineepitoisuus ka on alueella  
ka = 70...98 %, sopivimmin alueella ka = 80...95 %. Sopivimmin eksin-  
töä sovelletaan yksiviiraviennillä varustetuissa kuivatusryhmissä,  
25 vaikka kaksiviiravienti ja jopa kaksipuoleiset sovellukset eivät ole  
eksinnön piiristä poissuljettuja.

Keksinnön avulla on edullisesti toteutettavissa sellainen kuivatusosa,  
jossa yksiviiravientiryhminä käytetään vain sellaisia "normaaleja"  
30 ryhmiä, joissa kuumennetut kuivatussyntinerit 20 ovat ylärivinä, jol-  
loin ilmastoointi- ja hylynkäsittelyongelmia ei esiinny. Keksintö osal-  
taan mahdollistaa sellaisen täysin suljetulla viennillä varustetun  
kuivatusosan toteuttamisen, jossa kuivatusosa koko pituudeltaan on  
toteutettu mainituin "normaalein" yksiviiravientiryhmin. Erityisen  
35 edullinen tällainen kuivatusosa on hyvin nopeilla paperikoneilla, jois-

sa suljettu vienti on paperikoneen ajettavuuden kannalta erityisen hyödyllinen.

Kuviot 5A ja 5B esittävät  $110^{\circ}\text{C}$ :n höyryyn vaikutusta  $50 \text{ g/m}^2$  sanomalehti-  
5 paperiin rainan W nopeuden ollessa  $1500 \text{ m/min}$ .

Kuvio 5A esittää paperirainan W lämpötilaa T kuvion 2 mukaisessa höyrykäsittelyssä sylinterien 20 ja 22 alueella A-D. Kokoviivalla piirretty käyrä  $T_1$  esittää paperin pohjapuolen siis sen puolen lämpötilaa, joka 10 tulee suoraan kosketukseen kuivatussylinterin 20 pinnan  $20'$  kanssa, ja pisteviivalla esitetty käyrä  $T_2$  vastakkaisen puolen (päälyspuolen) lämpötilaa. Kuten käyrien  $T_1$  ja  $T_2$  alueelta A-B selviää, paperin pohjapuolen ( $T_1$ ) lämpötila on suurempi kuin päälyspuolen ( $T_2$ ), lämpötileron ollessa merkittynä  $\Delta T_1$ :lla. Alueella B-C, jossa raina W siirtyy 15 kuivatussylinteriltä 20 käänösylynterille 22, pohjapuolen lämpötila  $T_1$  laskee tämän puolen vapaalta pinnalta, siis kuivatusviiraan 21 nähdent vastakkaiselta pinnalta, tapahtuvan voimakkaamman hahdutuksen vuoksi jyrkemmin kuin vastakkaisen pinnan lämpötila  $T_2$ . Näin ollen pisteeessä C, jossa tullaan keksinnön mukaiselle höyrylaatikon 30 vaikutusalueen C-D 20 alkuun, joka on sylinterin 22 rei'itettyä ja uritettua imupintaa 23 vastassa, pohjapuolen lämpötila  $T_1$  on jonkin verran matalampi kuin pinta-  
puolen lämpötila  $T_2$  (piste C). Tämän jälkeen laatikon 30 höyrykäsittelyalueella C-D rainan W pohjapuolen (ulkopuolen) lämpötilaa  $T_1$  hyvin jyrkästi nostetaan niin, että lämpötilaero  $\Delta T_2$  kasvaa huomattavasti 25 pisteeseen D mentäessä. Tämän jälkeen rainan W molempien pintojen lämpötilaero nopeasti tasaantuu pisteen D jälkeen.

Kuviossa 5B on esitetty kuviota 5A vastaavassa tilanteessa veden höyrystyminen/kondensaatio rainasta/rainaan W. Alueella B-C tapahtuu huomattavaa veden höyrystymistä rainasta W, mikä vastaa kuviossa 5A vastaavalla alueella esitettyä lämpötilan laskua. Höyrylaatikon 30 vaikuttuussuulla C-D tapahtuu voimakasta veden kondensointumista rainaan W, minkä jälkeen tapahtuu taas veden höyrystymistä rainasta W.

35 Kuvion 5B mukaisesti on pisteen C jälkeen vesihöyryyn lauhtuminen maksimaalisesti luokkaa  $1 \text{ g/m}^2$  paperin alapintaan ainakin paikallisesti. Näin

voidaan korjata suuriakin kosteusprofiilivirheitä poikkisuunnassa ja samalla relaksoidaan kosteuden ja lämmön sekä lämpötilagradientin ( $\Delta T_2$ ) avulla paperiin ja varsinkin sen pintaan jo syntyneitä jännityksiä.

- 5 Seuraavassa esitetään patenttivaatimukset, joiden määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa keksinnön eri yksityiskohdat voivat vaihdella ja poiketa edellä vain esimerkinomaisesti esitetystä.

## Patenttivaatimuksset

1. Menetelmä paperikoneen kuivatusosalla, etenkin paperin käyristymis-  
 taipumuksen vähentämiseksi, jossa menetelmässä paperirainaa (W) kuiva-  
 taan kuivatussylinterillä (10,20; 10A,10B), joiden kuumennettua pintaan  
 vasten paperirainaa (W) painetaan kuivatusviiralla (11,21, 11A,11B), ja  
 jossa kuivatusosassa käytetään kuivatussylinteriryhmää (R<sub>1</sub>,R<sub>2</sub>...), jois-  
 sa sovelletaan kaksiviiravientiä (kuvio 3) ja/tai yksiviiravientiä  
 (kuviot 1 ja 2), tunnettu siitä, että kuivatusosalla paperi-  
 rainan (W) olennaisesti koko leveydelle syötetään kuumaa vesihöyryä,  
 jolla paperirainan (W) kuidukkoon syntyneitä tai syntymään pyrkiviä  
 jännityksiä relaksoidaan lämmön ja kosteuden avulla niiden synty-  
 alueella tai olennaisesti välittömästi sen jälkeen.

15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä,  
 että mainitulla höyrykäsittelyllä lisäksi hallitaan paperirainan (W)  
 poikittaista käyristymä- ja/tai kosteusprofiilia.

20 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu  
 siitä, että mainittu höyrykäsittely kohdistetaan paperirainan avoimeen  
 pintaan sen kulkissa imutelan tai -sylinterin (18,28,22) imusektoril-  
 la, jolla vallitsevalla imulla edistetään höyrykäsittelyn tunkeutumista  
 paperirainaan (W) sen paksuussuunnassa.

25 4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä, tunnettu  
 siitä, että höyrykäsittelyä käytetään ainakin pääasiallisesti kuiva-  
 tusosan loppupäässä, sopivimmin alueella, jossa paperirainan (W) kuiva-  
 ainepitoisuus (ka) on alueella ka = 70...98 %, etenkin alueella  
 ka = 80...95 %.

30 5. Jonkin Patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, tunnettu  
 siitä, että menetelmää sovelletaan sellaisessa kuivatusosassa, jossa  
 sen kaikki yksiviiravientiryhmät ovat "normaaleja" ryhmiä, joissa kui-  
 vatussylinterit ovat ylärivissä ja kääntötelat tai -sylinterit (22)  
 alarivissä, jolloin paperihylky on poistettavissa suoraan kuivatus-  
 sylinterien (20) alla olevien avoimien välitilojen (T<sub>1</sub>) kautta.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmää sovelletaan kaksiviiravientialueella, sopivimmin sylinteririvien välisillä paperirainan (W) vapailla vedoilla (W<sub>p</sub>) paperirainan (W) yhdeltä tai molemmilta (kuvio 3) puolilta.

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukaisen menetelmän toteuttamiseen tarkoitettu paperikoneen kuivatusosa, joka käsittää yhden, tai sopivimmin useita peräkkäisiä kuivatusryhmiä, jotka koostuvat kuivatussylinteristä (10A,10B;10,20) ja viiranjohtoteloista (12A,12B) ja/tai käänösylinteristä (12,22) ja jossa kuivatusosassa käytetään yksiviiravientiä (kuviot 1 ja 2) ja/tai kaksiviiravientiä (kuvio 3), tunnettu siitä, että kuivatusosalle on sijoitettu yksi tai useampi höyrynsyöttölaatikko (30;30A,30B;30C,30D), jotka/joka ulottuu höyrykäsiteltävän paperirainan (W) olennaisesti koko poikittaiselle leveydelle ja joka höyrylaatikko/höyrylaatikot on yhdistetty höyrylähteeseen (50) ja että höyrylaatikko/höyrylaatikot käsittävät vastepinnan (32), joka muodostaa sen tuntumassa kulkevan paperirainan (W) vapaan pinnan kanssa kosketuksettoman höyrykäsittelyvälin (31;31C,31D).

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen kuivatusosa, tunnettu siitä, että höyrylaatikkoon (30)/höyrylaatikoihin on sovitettu säätölaitteet (38,39,39A), joilla hallitaan lohkoittain (40<sub>1</sub>...40<sub>N</sub>) höyrylaatikon syöttämän höyrymäärän paperirainan (W) poikittaisen profiilin säättöä varten.

9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen kuivatusosa, tunnettu siitä, että mainittu höyrylaatikko (30)/höyrylaatikot (30A,30B) on sijoitettu yksiviiravientialueelle imukääntösylinterin (22) imuvyöhykkeelle siten, että mainitun imukääntösylinterin (22) sisätiloissa valitseva alipaine edistää höyrymäärää paperin hyvän tuennan ansiosta.

10. Jonkin patenttivaatimuksen 7-9 mukainen kuivatusosa, tunnettu siitä, että yksi tai useampi höyrylaatikko (30,30A,30B) on sovitettu kuivatusosan ryhmävälisiin paperirainan (W) johtotelaa tai teloja (18,28) vasten (kuvio 1).

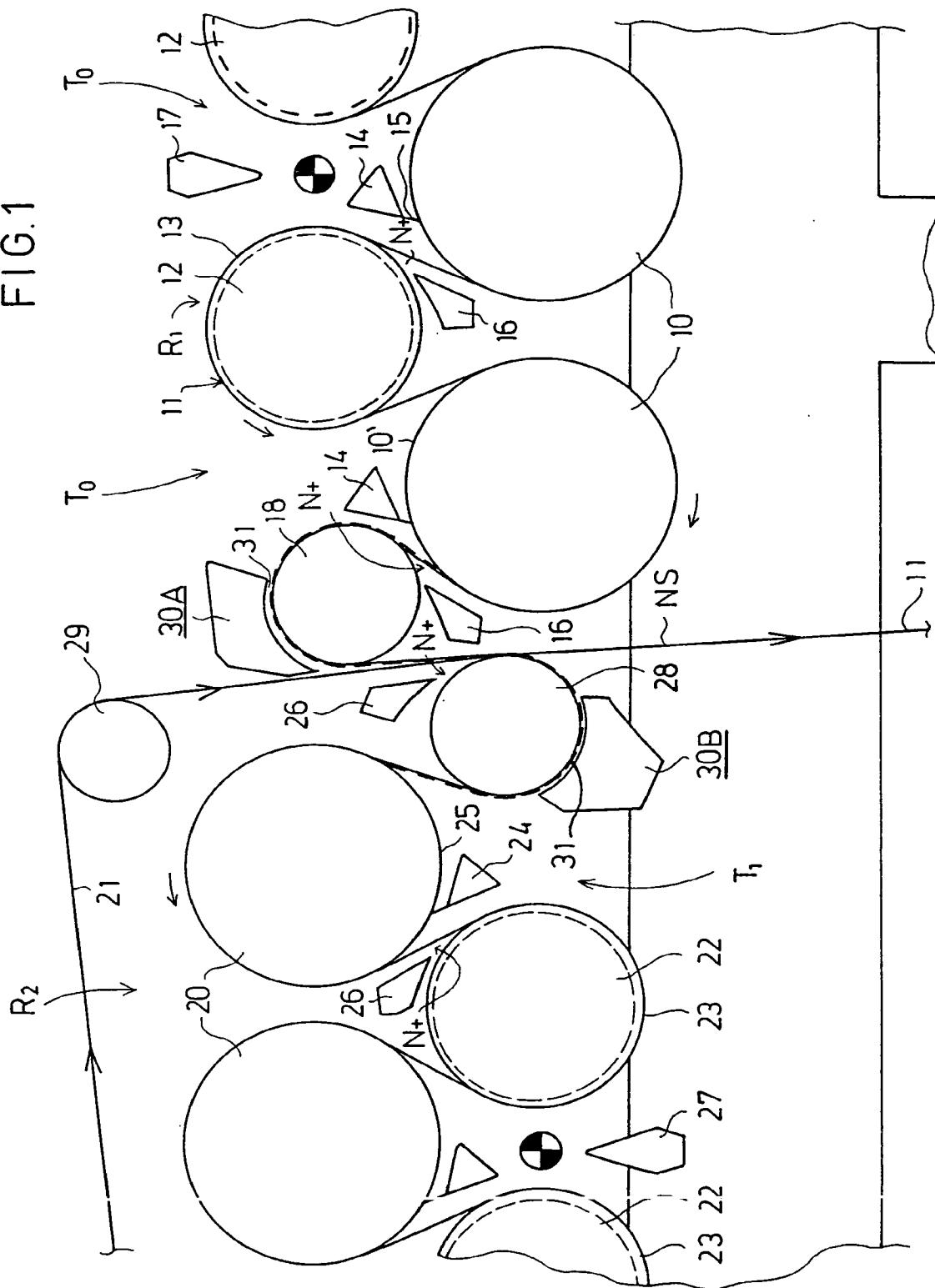
11. Jonkin patenttivaatimuksen 7-10 mukainen kuivatusosa, t u n -  
n e t t u siitä, että kuivatusosa on muodostettu useista yksiviira-  
vientiryhmistä, sopivimmin pelkästään yksiviiravientiryhmistä, ja että  
5 mainittuna yksiviiravientiryhminä ovat "normaalit" yksiviiraryhmät,  
joissa kuivatussylinterit (20) ovat ylärivissä ja kääntösylinterit,  
sopivimmin imukääntösylinterit (22), ovat alarivissä ja että imukää-  
ntösylinterien (22) ja/tai viiranjohtotelojen yhteyteen on sovitettu  
yksi tai useampia höyrynsyöttölaatikkoita (30;30A,30B).

10 12. Jonkin patenttivaatimuksen 7-11 mukainen kuivatusosa, t u n -  
n e t t u siitä, että kuivatusosa käsittää yhden tai useampia kaksi-  
viiraryhmiä (kuvio 3) ja että yksi tai useampi höyrylaatikko (30C,30D)  
on sovitettu kohdistamaan höyrykäsittely paperirainaan (W) sen kulkies-  
15 sa vapaana vetona (W<sub>p</sub>) sylinteririviltä toiselle ja että mainittu höyry-  
käsittely kohdistetaan mainituilla vapailla vedoilla (W<sub>p</sub>) paperirainan  
(W) toiselta puolelta tai molemmin puolin (kuvio 3).

## (57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on menetelmä ja laite paperikoneen kuivatusosalla, etenkin paperin käyristymistäipumukseen vähentämiseksi. Paperirainaa (W) kuivataan kuivatussylinterillä (10,20;10A,10B), joiden kuumennettua pintaan vasten paperirainaa (W) painetaan kuivatusviiralla (11,21,11A,11B). Kuivatusosassa käytetään kuivatussylinteriryhmiä ( $R_1, R_2 \dots$ ), joissa sovelletaan kaksiviiravientiä (kuvio 3) ja/tai yksiviiravientiä (kuviot 1 ja 2). Kuivatusosalla paperirainan (W) olenaisesti koko leveydelle syötetään kuumaa vesi-höyryä, jolla paperirainan (W) kuidukkoon syntyneitä tai syntymään pyrkiviä jännityksiä relaxoidaan lämmön ja kosteuden avulla niiden syntyalueella tai olenaisesti välittömästi sen jälkeen. Höyrykäsittelyllä on lisäksi hallittavissa paperirainan (W) poikittainen käyristymä- ja/tai kosteusprofiili.

FIG.1



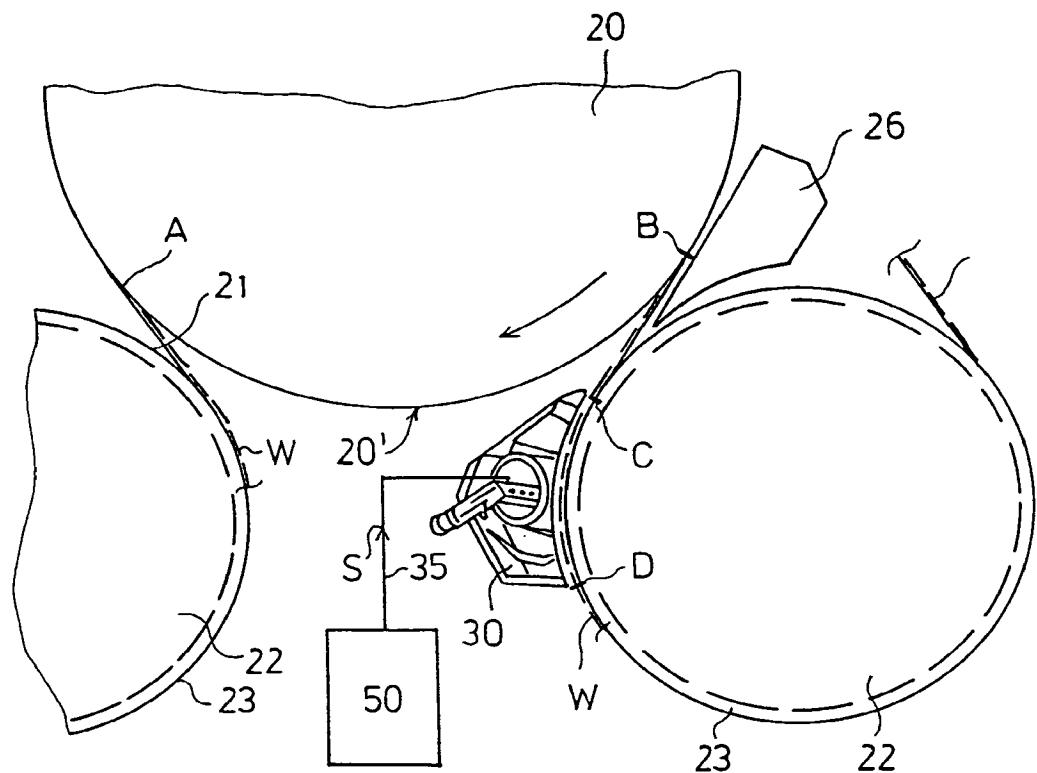


FIG. 2

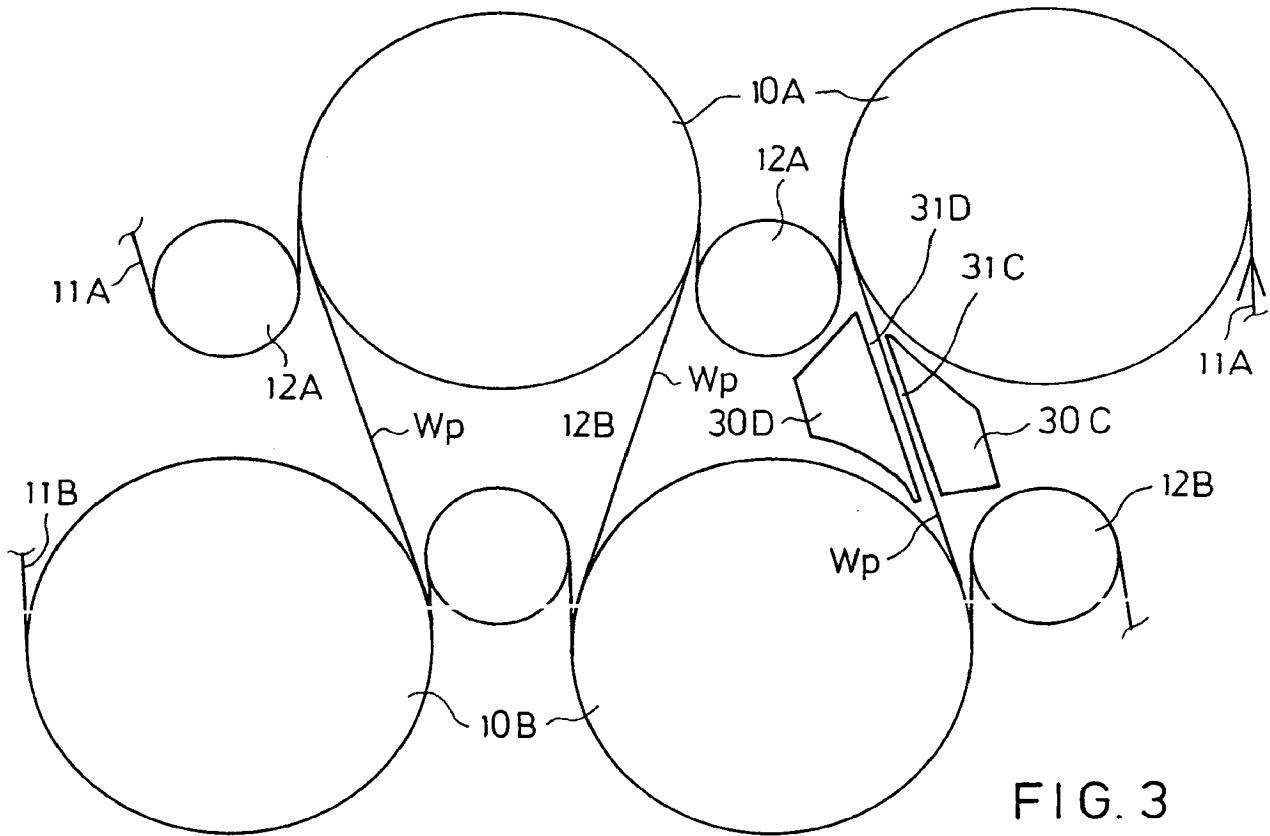
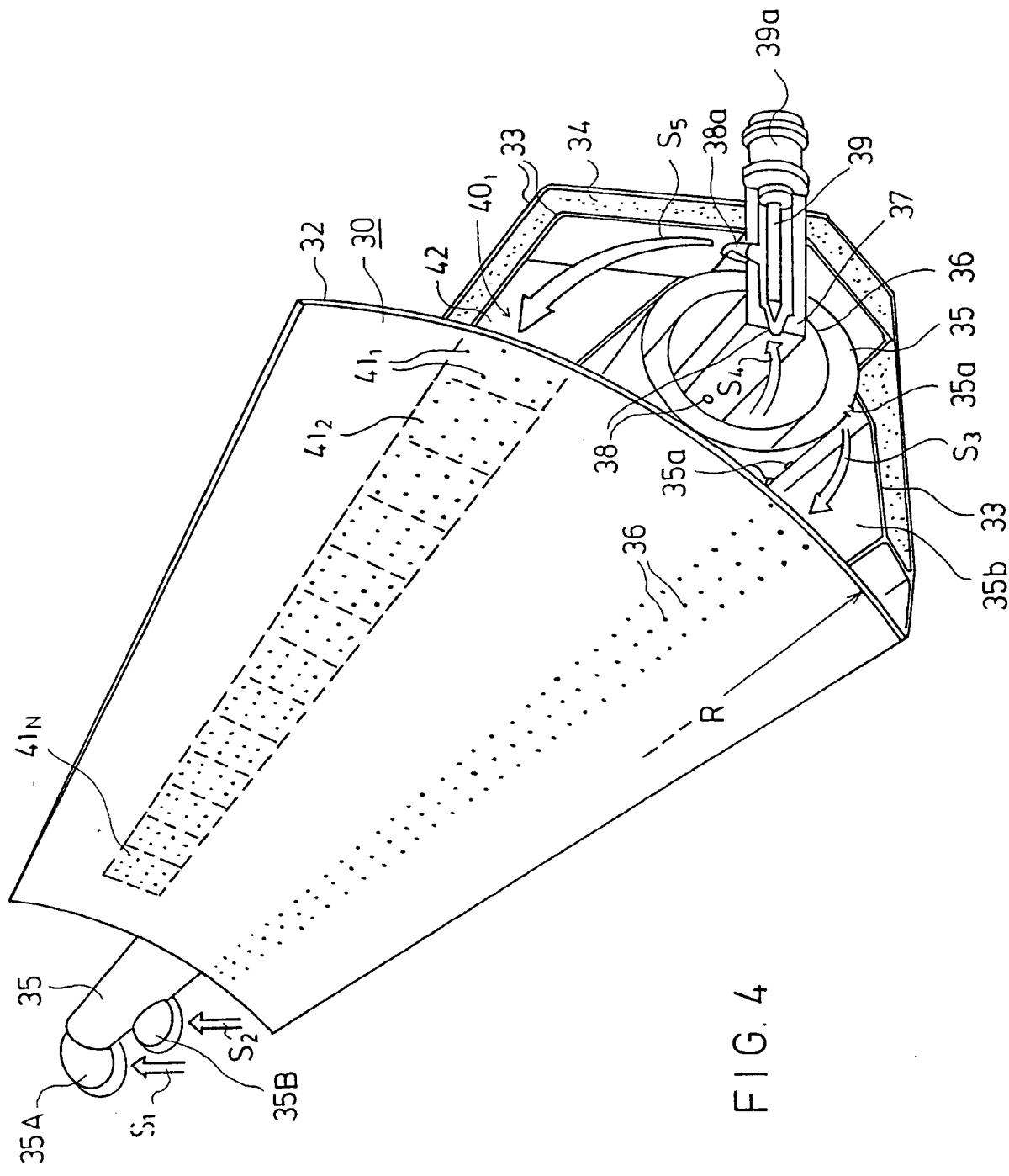
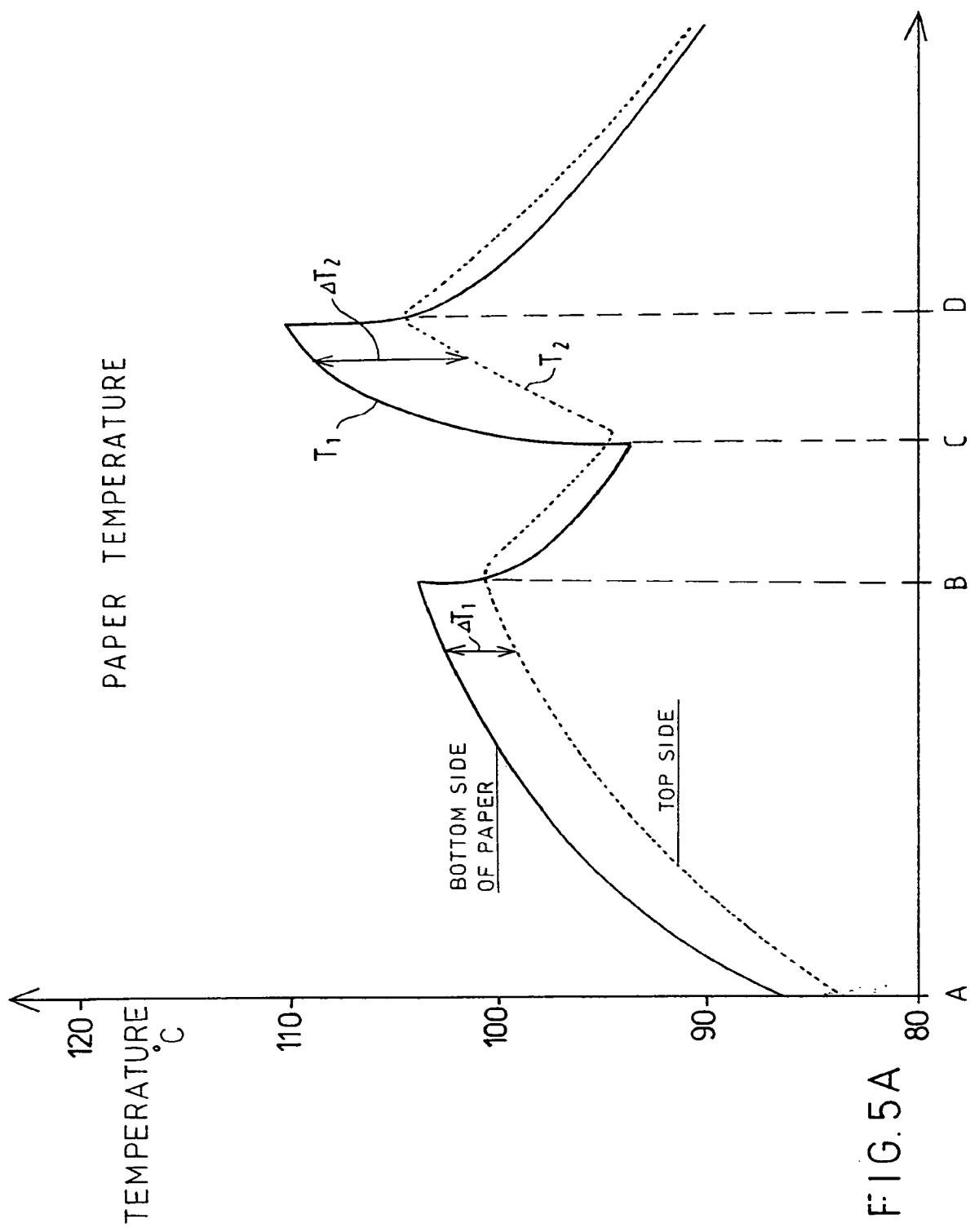


FIG. 3





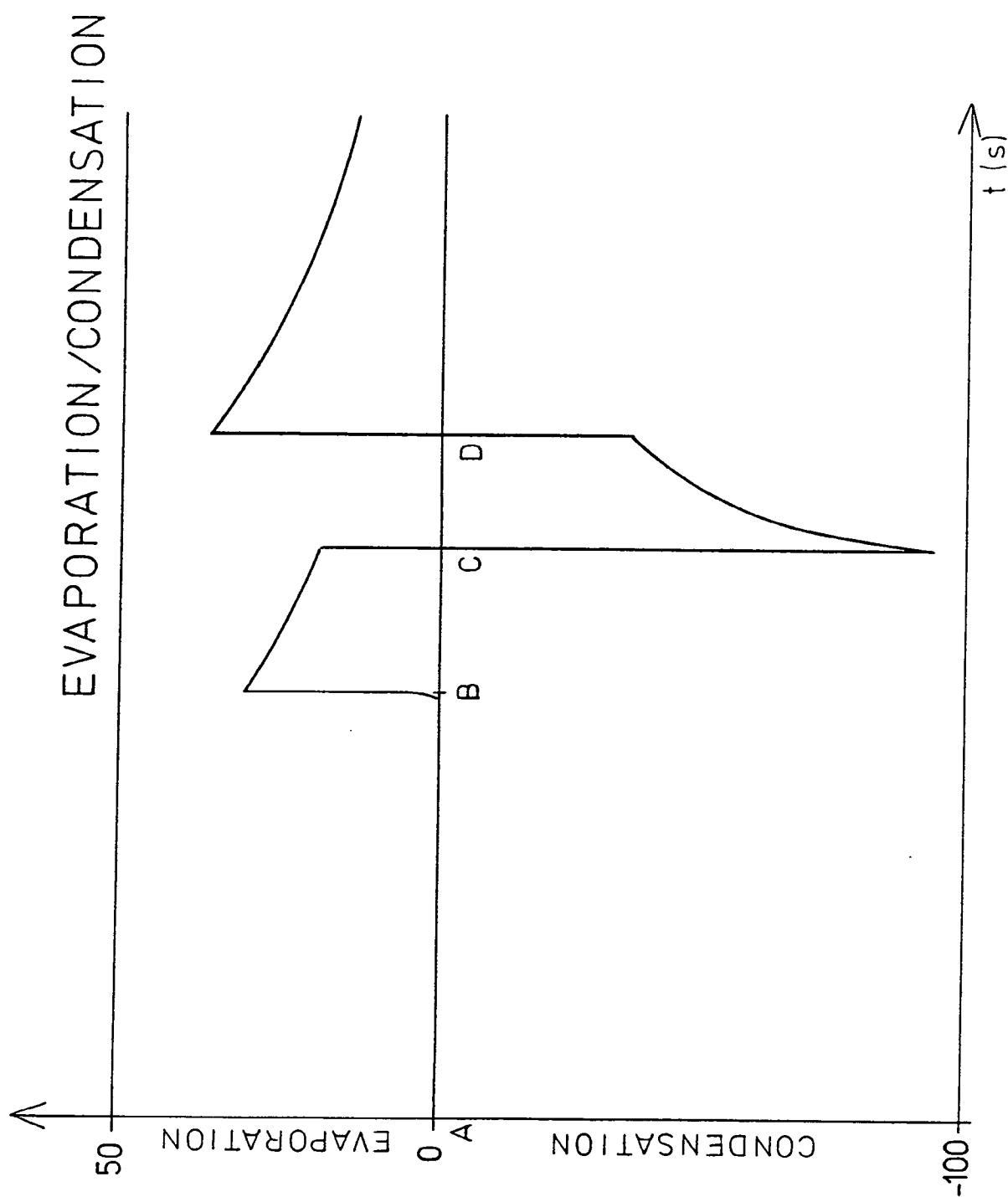


FIG. 5B



## DECLARATION

UNDERSIGNED, Sworn Translator duly examined and admitted by the Finnish Ministry of Justice for translation from the Finnish to English language,

HEREBY solemnly declares that the attached documents in English are true and faithful translations of documents appearing in the case of a patent application filed in Finland on December 17, 1990 in the name of **VALMET PAPER MACHINERY INC.**

AND I MAKE this solemn declaration, conscientiously believing the same to be true.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Seppo Lindström".

Valantehnyt Kielenkääntäjä  
Edsvuren translator  
**SEppo LINDSTRÖM**  
Sworn translator  
Vereidigter Übersetzer



Method in the drying section of a paper machine and a drying section that makes use of the method, for reduction of curling of paper

5

The invention concerns a method in the drying section of a paper machine, in particular for reduction of a tendency of curling of paper, in which method the paper web is dried on drying cylinders, against whose heated faces the paper web is pressed by means of a drying wire, and in which drying section groups of drying cylinders are used, in which twin-wire draw and/or single-wire draw is/are applied.

Further, the invention concerns a drying section of a paper machine intended for carrying out the method of the invention, comprising one, or preferably several subsequent drying groups, which consist of drying cylinders and of wire guide rolls and/or leading cylinders and in which drying section single-wire draw and/or twin-wire draw is/are applied.

As is known in prior art, in the drying section of a paper machine, single-wire draw and/or twin-wire draw is/are applied. Single-wire draw, in which the drying wire also supports the web on the draws between the rows of cylinders, is usually employed in the initial part of the drying section. Single-wire draw may also be used over the entire length of the drying section.

Recently, such drying sections provided with single-wire draw have become common in which the upper or lower cylinders are steam-heated drying cylinders against which the web is placed in direct contact pressed by the drying wire, and in which the lower or upper cylinders are cylinders provided with internal suction, for example the applicant's so-called "VAC-ROLL" cylinders (" " = trade mark), through whose perforated mantle the effect of negative pressure is applied from the interior of the leading cylinder to the grooves passing around the cylinder mantle. By means of said effect of negative pressure, the web is kept in contact with the drying wire when the web is placed at the side of the outside curve on the leading cylinders. At the same

time, attempts are made to prevent transverse shrinkage of the web as the drying makes progress.

5 Typically, in a multi-cylinder dryer, there are 5 to 8 wire groups, and the groups placed in the initial end of the drying section are normally shorter than the groups placed in the final end.

10 In respect of the prior art most closely related to the present invention, reference is made to the FI Pat. Appl. 793920, to the FI Published Patent Application 70,277, and to the DE Patent 1,183,775. In these publications, various devices for profiling 15 of the moisture content in a paper web are described, which devices are, however, not employed for the control of anisotropy in the direction of thickness of paper nor for the control of the tendency of curling.

15 As is well-known, the lateral portions of a paper web become dryer than the middle portion of the web in the drying section of a paper machine. This flaw of moisture profile is commonly corrected after said principal drying stage either by drying the middle area additionally by means of infrared radiators divided in zones or by moistening the edges by means of water spraying in zones. Both of these prior-art 20 modes increase the relative slackness of the edges in relation to the middle portion.

25 The tension profiles of paper in the transverse direction and in the thickness direction depend on the moisture profiles of the paper. On the other hand, the tension of paper on drying has an effect on the properties of the paper. When the moisture profile of paper is affected, e.g., during drying, the properties of the paper are also altered at the same time. The properties of paper, for example tensile strength, are developed extensively at a dry solids content of about 75...98 %. Thus, the tension profiles, expressiy at the final stage of the drying, have a great importance in view of the 30 ultimate properties of the paper.

When a paper machine dries the web unevenly in its transverse direction, this causes, among other things, uneven tension in the web. An uneven tension profile means, for

example, that the edge of the paper web produced by the paper machine is slacker than the middle portion of the web, which is a common situation. By means of measurements, it has been found that, in the transverse profile of tension, peaks and valleys, i.e. tighter and slack zones, also occur in the middle portions of the web.

5

In the stages of web treatment after the paper machines, unevenness of the tension profile in the web may produce remarkable handling and running problems, e.g., in the control of the structure of the reel for the customer, in formation of wrinkles, as breaks, and as problems of alignment in a printing machine.

10

The slack edge of a paper web can be explained by means of three well-known factors: firstly, in a conventional cylinder drying group, the edges of the web dry more quickly than the middle of the web; secondly, the water-swollen fibres and the paper web shrink when the drying makes progress. This shrinkage is particularly intensive in the range of dry solids content of about 65...95 %; thirdly, the deformation of paper when moist is primarily plastic, whereas the force-elongation behaviour of a paper of higher dryness is largely elastic. Thus, a deformation produced in moist paper, such as stretching, mostly remains permanent, whereas a stretching in a paper of higher dryness is largely restored, being lost when the force is gone.

15

Curling of paper is one of its negative quality factors. Reducing the tendency of curling of paper, in particular of fine paper, has become more and more important along with new printing and copying methods, in which the paper is heated suddenly, as a rule from one side, so that any internal strains that may have remained in the paper out of different reasons are discharged in the form of its curling. The tendency of curling of paper is affected both by the anisotropies in the different properties of the structure of the paper, such as fibre orientation, filler distribution, and density, and by anisotropies produced in the paper during drying, both in the direction of the plane of the paper and in the z-direction.

20

It is a drawback of the drying groups with single-wire draw described above that they do not dry the paper symmetrically, but the drying effect is applied more extensively

to the face of the paper that reaches direct contact with the heated drying cylinders. Owing to this asymmetric drying, recently such drying groups with single-wire draw have been introduced in which certain groups, for example every second group, are so-called inverted groups, in which the steam-heated drying cylinders are in the lower 5 row and the leading cylinders are in the upper row. However, in the inverted groups, difficulties occur in the removal of broke, because the free sectors of the drying cylinders are not opened downwards, as they are in normal groups, but they form pockets that are closed at the bottom. In said inverted groups, problems are also caused by the ventilation of the spaces that remain in the gaps between the leading 10 cylinders as well as by the differences in pressure in the narrowing wedge spaces placed in connection with the free faces of drying cylinders, in relation to the environments of said wedge spaces.

One factor that has a substantial effect on the curling of paper is one-sided drying of 15 the paper. In drying sections provided with the traditional twin-wire draw, the web can be dried at the same rate from both sides, and the uniformity of drying can be affected, and the tendency of curling of paper be prevented, by regulating the steam pressures in the upper and lower cylinders. By means of the new concept of dryer with single-wire draw, said drying at the same rate and said possibility of regulation 20 cannot be accomplished. Attempts are made to prevent unequal sidedness of the drying by means of the inverted drying groups, in which the above problems of cleaning, however, deteriorate the running quality of the paper machine.

In connection with calendering, it is known in prior art to employ steam spraying 25 applied to the paper, whose effect is based on relaxing of the strains in the paper fibres by the effect of heat and moisture. In the calendering stage, it is, however, no longer possible to eliminate the tendencies of curling of paper in all cases sufficiently efficiently.

30 The general object of the present invention is to provide novel solutions for the problems discussed above.

It is a particular object of the invention to provide such a method for paper manufacture and such a drying section for a paper machine by whose means it is possible to manufacture a paper of higher dimensional stability more favourably than in prior art.

5 It is a further object of the invention to provide a method and a drying section of a paper machine in which it is also possible to perform profiling of the paper in the machine direction and in the transverse direction more favourably than in prior art.

10 Another further object of the invention is to act favourably upon the tension profile of the paper that is being produced. In respect of a more detailed explanation of these matters, reference is made to the applicants FI Patent Application No. 902805 of earlier date (filed June 5, 1990).

15 A non-indispensable further object of the invention is to provide a method that contributes to the providing of a drying section provided with single-wire draw in which there are no inverted wire groups nor broke-handling or ventilation problems occurring in such groups. However, it should be emphasized that the above does not mean that the invention could not be applied to inverted single-wire groups as well.

20 In view of achieving the objectives stated above and those that will come out later, the method of the invention is mainly characterized in that in the drying section, hot water steam is fed substantially onto the entire width of the paper web, by means of which steam tensions that have been formed or that tend to be formed in the fibre mesh in the paper web are relaxed by means of heat and moisture in the area of their formation or substantially immediately thereafter.

25 On the other hand, the drying section in accordance with the invention is mainly characterized in that, in the drying section, one or several steam supply boxes is/are fitted, which extend(s) substantially across the entire transverse width of the paper web to be steam-treated, and which steam box/boxes communicate(s) with a steam source, and that the steam box/boxes comprise(s) a counter-face, which, together with the free face of the paper web that runs at its proximity, forms a contact-free

steam-treatment gap.

In the invention, the relaxation of the paper is based on an equalization of the properties of the web so that a controlled change is performed in the properties of the paper web (in a way similar to annealing), whereby the paper is regulated to higher uniformity. In the solution in accordance with the invention, this controlled change is carried out by means of moisture and temperature.

By means of the invention, the "flaws" that produce the tendency of curling of paper are corrected in the area of their formation or substantially immediately thereafter, in which case the correction can be made more advantageously and more efficiently.

The invention can be favourably combined with profiling of the paper, in particular with the control of the transverse curling profile and of the moisture profile, so that the paper can be made to run through the drying section as of substantially uniform curling and moisture profiles, in which case the drawbacks arising from uneven tensions in the web can also be avoided (see the applicant's said FI Pat. Appl. 902805).

It is particularly advantageous to place the steam box employed in the invention in a position in which the paper web to be steam-treated runs over a suction sector of a suction cylinder or suction roll.

By means of the water-steam treatment in accordance with the present invention, the anisotropy in the thickness direction of the web is controlled as a continuous process by, by means of steam treatment, producing a specified temperature and moisture level in the paper or in its surface so that adequate relaxation occurs in the paper.

In the following, the invention will be described in detail with reference to some embodiments of the invention illustrated in the figures in the accompanying drawing, the invention being in no way strictly confined to the details of said embodiments.

Figure 1 is a schematic side view of a part of the drying section of a paper machine in which the method and the device in accordance with the invention are applied.

Figure 2 shows an application of the method of the invention in single-wire draw.

5

Figure 3 shows an application of the method of the invention in twin-wire draw.

Figure 4 is an axonometric view of a steam box that can be applied in the invention.

10 Figure 5A is a graphic illustration of an example of the distribution of temperature on the top face and bottom face of the paper in the areas between the points A,B,C and D, which are indicated in Fig. 2.

15 Figure 5B is an illustration corresponding to Fig. 5A of evaporation and condensation taking place in the paper in said areas A...D.

Fig. 1 illustrates the area of the gap between the drying groups  $R_1$  and  $R_2$  in a multi-cylinder dryer of a paper machine. The first group  $R_1$  is a so-called inverted cylinder group, in whose intermediate spaces  $T_o$ , which are closed at the bottom, problems of 20 broke handling and moisture removal occurred in prior art. The latter group  $R_2$  is a so-called normal group, in which the drying cylinders 20 are placed in the upper row. In the former group  $R_1$ , a drying wire 11 is employed, which runs meandering over the drying cylinder 10 and the leading cylinder 12 so that the web W reaches direct contact with the heated faces 10' of the drying cylinders 10. The drying 25 cylinders 10 are placed in the lower row and the leading cylinders 12 in the upper row. The leading cylinders 12 are suction cylinders provided with perforated grooved mantles 13, for example cylinders marketed by the applicant under the trade mark "VAC-ROLI".

30 Doctor 14 blades 15 operate against the smooth faces 10' of the drying cylinders 10. In view of ventilation of the intermediate spaces  $T_o$ , air is blown into said spaces out of blow pipes 17. Moreover, in the inlet nips N+, blow devices 16 are employed, by

whose means induction of pressure is reduced or prevented in said nips N+. In the group gap R<sub>1</sub>-R<sub>2</sub>, after the guide roll 18, the web W is transferred from the wire 11, in the transfer area NS, onto the guide roll 28. In the group R<sub>2</sub>, the web W to be dried is guided, on support of the drying wire 21 guided by the guide roll 29, over the drying cylinders 20 and the suction cylinders 22. In the group R<sub>2</sub>, there are doctors 24 provided with blades 25 as well as blow boxes 26 and 27. Since the intermediate spaces T, underneath the cylinders 20 are opened downwards, there are no broke handling problems in a "normal" group R<sub>2</sub>.

5

10 Above, a drying section in itself known has been described as a background and environment of application for the present invention.

In Fig. 1, to be used in the draw in the group gap R<sub>1</sub>-R<sub>2</sub>, both in connection with the guide roll 18 of the drying wire 11 in the inverted group R<sub>1</sub> and in connection with the guide roll 28 in the normal group, steam boxes 30A and 30B are shown, through whose treatment gap 31 a steam treatment in accordance with the invention, which has an adjustable transverse profile and which relaxes the strains, is applied across the entire width of the web W, which steam treatment will be described in more detail later.

15

20 Fig. 2 shows an application of a steam box 30 in accordance with the invention to single-wire draw in connection with a suction cylinder 22. In accordance with the invention, a steam box is fitted in connection with the suction cylinder, by means of which steam box a steam treatment is applied to the entire width of the web W, by means of which steam treatment, by means of heat and moisture (compare the effect of a steam-iron), strains that tend to be formed in the web W are relaxed. At the same time, the steam box 30 can be used for the control of the transverse curling profile and moisture profile in the web W so that the web W proceeds through the whole drying section with maximally uniform profiles so that differences in tensions

25

30 do not arise.

The suction cylinder 22 that is used is preferably a cylinder marketed by the applicant

under the trade mark "VAC-ROLL", whose mantle is provided with perforations, which are opened into grooves 23 that pass around the cylinder 22 mantle. In the interior of the cylinder 22, a negative pressure is produced, which is spread onto the circumference of the cylinder through the perforations and grooves in the mantle.

5 This negative pressure can, for its part, to some extent, promote the penetration of the steam treatment by the steam box 30 into the web in the direction of thickness. In Fig. 2, the block 50 is a schematic representation of steam generation means, from which a steam flow S is passed through the pipe 35 into the steam box 30.

10 In a preferred embodiment of the invention, a drying group is accomplished in which, as groups with single-wire draw, exclusively so-called normal groups are used, in which the heated drying cylinders, against whose faces the web W is in direct contact, are placed in the upper row, as is the case in Fig. 1 in respect of the cylinders in the group R<sub>2</sub>.

15

Fig. 3 shows an application of the invention to an area with twin-wire draw. As is shown in Fig. 3, the drying section comprises two rows of steam-heated drying cylinders 10A and 10B placed one row above the other as well as an upper wire 11A and a lower wire 11B. The wires 11A and 11B are guided by guide rolls 12A and 20 12B placed in the gaps between the cylinders 10A, 10B, so that the web W has free draws W, between the rows of cylinders. On these free draws, according to Fig. 3, two steam boxes 30C and 30D are placed, by whose means the web W is steam-treated across its entire width from both sides in accordance with the invention through the contact-free treatment gaps 31C and 31D.

25

With reference to Fig. 4, an exemplifying embodiment of a steam box 30 applied in the invention will be described. The steam box 30 comprises a counter-plate 32, whose curve radius R corresponds to the curve radius of the cylinder 12:22 or roll 18:28 against which said steam box 30 is placed to operate. The steam box 30 is 30 provided with a box part 33 attached to the counter-plate 32 and fitted with thermal insulation 34. Into the steam box 30, steam at a suitable temperature is introduced by the intermediate of the connections 35A and 35B through the inlet pipe 35 in the

directions of the arrows  $S_1$  and  $S_2$ . Inside the pipe 35, there is a coaxial second pipe 36, into which the connection 35B (steam  $S_2$ ) is opened. The outer pipe 35 is provided with a series of nozzle holes 35a, which are opened into the space 35b, which extends across the entire width of the steam box 30, and the steam ( $S_1$ ) supplied through the connection 35A is discharged in the direction of the arrows  $S_3$ , into the space 35b and, out of said space, further through the numerous nozzle holes 36 in the counter-plate 32 to act upon the web W against its free outer face.

According to Fig. 4, through the nozzle holes 36, a basic supply of steam is carried out without transverse profiling. The transverse profiling of the steam supply is carried out by means of the steam (arrow  $S_2$ ) supplied through the inner pipe 36. In connection with the inner pipe 36, there is a regulation beam 37, which is provided with a series of nozzles 38. The nozzles are provided with regulation spindles 39, which are regulated by means of regulation screws or regulation motors 39a. Through the nozzles 38, by the intermediate of the connection 38a provided in the beam 37, adjustable quantities of steam are supplied in the direction of the arrows  $S_3$ , through the regulation blocks 40<sub>1</sub>...40<sub>N</sub> in the steam box. The regulation blocks 40 are separated from one another by vertical partition walls 42 placed in the machine direction. From the regulation blocks 40<sub>1</sub>...40<sub>N</sub> the steam is fed through the series of nozzle openings 41<sub>1</sub>...41<sub>N</sub> provided in the counter-plate 32 to act upon the adjacent web W. If necessary, the series of regulation motors 39a can be connected to a control system, preferably to a control system provided with a feedback arrangement, in which the series of feedback signals is received from devices (not shown) which are known in themselves and which measure property profiles of the web W, such as moisture profiles.

According to the principle of operation of the invention, by means of the steam box 30 or steam boxes, steam is fed onto the paper web W that is being dried, by means of which steam the distribution and gradients of the properties of the paper in the direction of thickness (z-direction) are affected. By means of the steam treatment, strains that arise or are about to arise in the web W can be relaxed in the area of their formation or immediately after said area, in which case the relaxation is particularly

efficient. Thus, the paper can be made less susceptible of curling when it is used, e.g., in a laser copier. At the same time, by means of the method and the device in accordance with the invention, the transverse curling and moisture profiles of the web can be equalized, which provides a more even drying result in the ultimate 5 drying as well as an improved operability of the machine, because web breaks, arising, for example, from differences in tightness, occur less frequently.

Steam boxes 30 in accordance with the invention can be placed as a necessary 10 number along the drying section. The steam boxes in accordance with the invention are most useful when employed in the final end of the drying section. The method and the device in accordance with the invention are particularly well suitable for use in the drying section in an area in which the dry solids content  $ka$  of the web is in the range of  $ka = 70\ldots98\%$ , most appropriately in the range of  $ka = 80\ldots95\%$ . The invention is applied most appropriately in drying groups provided with single-wire 15 draw even though twin-wire draw and even two-sided applications are not excluded from the scope of the invention.

By means of the invention, it is favourably possible to accomplish a drying section 20 in which, as groups with single-wire draw, only such "normal" groups are employed in which the heated drying cylinders 20 constitute the upper row, in which case there are no ventilation or broke handling problems. For its part, the invention permits to accomplish such a drying section provided with fully closed draw in which the drying 25 section is, over its entire length, accomplished by means of said "normal" groups with single-wire draw. Such a drying section is particularly advantageous in paper machines of very high running speeds, in which a closed draw is particularly useful in view of the running quality of the paper machine.

Figs. 5A and 5B illustrate the effect of a  $110^{\circ}\text{C}$  steam on a  $50 \text{ g/m}^2$  newsprint when the web  $W$  speed is  $1500 \text{ m/min}$ .

30

Fig. 5A illustrates the temperature  $T$  of the paper web  $W$  in a steam treatment as shown in Fig. 2 in the area A...D on the cylinders 20 and 22. The curve  $T_1$ , drawn

with full line represents the temperature of the bottom side of the paper, i.e. of the side that is in direct contact with the face 20' of the drying cylinder 20, and the curve  $T_2$ , drawn with dotted line represents the temperature of the opposite side (top side). As comes out from the area A...B of the curves  $T_1$  and  $T_2$ , the temperature at the bottom side ( $T_1$ ) of the paper is higher than that at the top side ( $T_2$ ), the difference in temperature being denoted with  $\Delta T_1$ . In the area B...C, where the web W is transferred from the drying cylinder 20 onto the leading cylinder 22, the temperature  $T_1$  of the bottom side is lowered, because of the more intensive evaporation taking place from the free face of this side, i.e. from the face opposite in relation to the drying wire 21, more steeply than the temperature  $T_2$  of the opposite face. Thus, at the point C, where the beginning of the area of effect C...D of the steam box 30 in accordance with the invention is reached, which area is placed facing the perforated and grooved suction face 23 of the cylinder 22, the temperature  $T_1$  of the bottom side is somewhat lower than the temperature  $T_2$  of the top side (point C). Hereupon, in the steam treatment area C...D of the box 30, the temperature  $T_1$  of the bottom side (outer side) of the web W is raised very steeply, so that the difference in temperature  $\Delta T_2$  is increased considerably by the time the point D is reached. Hereupon, the difference in temperature between the two faces of the web W is equalized rapidly after the point D.

20

Fig. 5B shows evaporation/condensation of water from the web/into the web W in a situation corresponding to Fig. 5A. In the area B...C, considerable evaporation of water from the web W takes place, which corresponds to the lowering of temperature illustrated in Fig. 5A in a corresponding area. In the area of effect C...D of the steam box 30, intensive condensation of water into the web W takes place, which is again followed by evaporation of water from the web W.

As is shown in Fig. 5B, after the point C, the condensation of water steam is maximally of an order of  $1 \text{ g/m}^2$  into the bottom face of the paper, at least locally. 30 In this way, it is possible to correct even large defects in the moisture profile in the transverse direction, and, at the same time, strains that have already been formed in the paper and in particular in its face are relaxed by means of moisture and heat as

well as by means of a temperature gradient ( $\Delta T_2$ ).

In the following, the patent claims will be given, and the various details of the invention may show variation within the scope of the inventive idea defined in said 5 claims and differ from what has been stated above for the sake of example only.

## CLAIMS:

1. Method in the drying section of a paper machine, in particular for reduction of a tendency of curling of paper, in which method the paper web (W) is dried on drying cylinders (10,20; 10A,10B), against whose heated faces the paper web (W) is pressed by means of a drying wire (11,21, 11A,11B), and in which drying section groups of drying cylinders (R<sub>1</sub>,R<sub>2</sub>...) are used, in which twin-wire draw (Fig. 3) and/or single-wire draw (Figs. 1 and 2) is/are applied, characterized in that in the drying section, hot water steam is fed substantially onto the entire width of the paper web (W), by means of which steam tensions that have been formed or that tend to be formed in the fibre mesh in the paper web (W) are relaxed by means of heat and moisture in the area of their formation or substantially immediately thereafter.
2. Method as claimed in claim 1, characterized in that by means of said steam treatment, additionally, the transverse curling profile and/or moisture profile of the paper web (W) is/are controlled.
3. Method as claimed in claim 1 or 2, characterized in that said steam treatment is applied to the open face of the paper web as it runs on a suction sector of a suction roll or cylinder (18,28,22), the penetration of the steam treatment into the paper web (W) in the direction of thickness being promoted by means of the suction present on said suction sector.
4. Method as claimed in any of the claims 1 to 3, characterized in that steam treatment is employed at least primarily in the final end of the drying section, most appropriately in an area where the dry solids content (ka) of the paper web (W) is in the range of ka = 70...98 %, in particular in the range of ka = 80...95 %.
5. Method as claimed in any of the claims 1 to 4, characterized in that the method is applied in a drying section in which all of its groups with single-wire draw are "normal" groups, in which the drying cylinders are placed in the upper row

and the leading rolls or cylinders (22) are placed in the lower row, in which case the paper broke can be removed directly through the open intermediate spaces (T<sub>1</sub>) placed underneath the drying cylinders (20).

- 5 6. Method as claimed in any of the claims 1 to 4, **characterized** in that the method is applied to an area with twin-wire draw, most appropriately to the free draws (W<sub>2</sub>) of the paper web (W) between the cylinder rows, from one side or from both sides (Fig. 3) of the paper web (W).
- 10 7. Drying section of a paper machine intended for carrying out the method as claimed in any of the claims 1 to 6, comprising one, or preferably several subsequent drying groups, which consist of drying cylinders (10A,10B;10,20) and of wire guide rolls (12A,12B) and/or leading cylinders (12,22) and in which drying section single-wire draw (Figs. 1 and 2) and/or twin-wire draw (Fig. 3) is/are applied, **characterized** in that, in the drying section, one or several steam supply boxes (30;30A,30B;30C,30D) is/are fitted, which extend(s) substantially across the entire transverse width of the paper web (W) to be steam-treated, and which steam box/boxes communicate(s) with a steam source (50), and that the steam box/boxes comprise(s) a counter-face (32), which, together with the free face of the paper web (W) 15 that runs at its proximity, forms a contact-free steam-treatment gap (31;31C,31D).
- 20 8. Drying section as claimed in claim 7, **characterized** in that the steam box (30)/steam boxes is/are fitted with regulation means (38,39,39A), by which the quantity of the steam supplied by the steam box is controlled by the block (40,...40<sub>N</sub>) 25 for regulation of the transverse profile of the paper web (W).
9. Drying section as claimed in claim 7 or 8, **characterized** in that said steam box (30)/steam boxes (30A,30B) is/are placed in an area with single-wire draw on a suction zone of a suction-leading cylinder (22) so that the negative pressure 30 prevailing in the interior spaces in said suction-leading cylinder (22) promotes the use of steam because of the good support of the paper.

10. Drying section as claimed in any of the claims 7 to 9, characterized in that one or several steam boxes (30,30A,30B) is/are fitted in a group gap in the drying section, being placed against a guide roll or guide rolls (18,28) of the paper web (W) (Fig. 1).

5

11. Drying section as claimed in any of the claims 7 to 10, characterized in that the drying section is composed of a number of groups with single-wire draw, most appropriately exclusively of groups with single-wire draw, and that said groups with single-wire draw are "normal" single-wire groups, in which the drying cylinders 10 (20) are placed in the upper row and the leading cylinders, most appropriately suction-leading cylinders (22), are placed in the lower row, and that one or several steam supply boxes (30;30A,30B) is/are fitted in connection with the suction-leading cylinders (22) and/or with the wire guide rolls.

15 12. Drying section as claimed in any of the claims 7 to 11, characterized in that the drying section comprises one or several twin-wire groups (Fig. 3) and that one or several steam boxes (30C,30D) is/are fitted to apply the steam treatment to the paper web (W) as the web runs as a free draw ( $W_p$ ) from one row of cylinders to the other, and that said steam treatment is applied to the paper web (W) from one side or 20 from both sides of the web on said free draws ( $W_p$ ) (Fig. 3).



(57) Abstract

The invention concerns a method and a device in the drying section of a paper machine, in particular for reduction of a tendency of curling of paper. The paper web (W) is dried on drying cylinders (10,20; 10A,10B), against whose heated faces the paper web (W) is pressed by means of a drying wire (11,21, 11A,11B). In the drying section, groups of drying cylinders (R<sub>1</sub>,R<sub>2</sub>,...) are used, in which twin-wire draw (Fig. 3) and/or single-wire draw (Figs. 1 and 2) is/are applied. In the drying section, hot water steam is fed substantially onto the entire width of the paper web (W), by means of which steam tensions that have been formed or that tend to be formed in the fibre mesh in the paper web (W) are relaxed by means of heat and moisture in the area of their formation or substantially immediately thereafter. Moreover, by means of the steam treatment, the transverse curling profile and/or moisture profile of the paper web (W) can be controlled.